

SMART WAREHOUSE – INDUSTRY 4.0 TESTBED

Lukáš Rejchlík

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xrejch00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Václav Kaczmarczyk

E-mail: kaczmarczyk@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper focuses on design and implementation of smart warehouse process island. It is a part of Industry 4.0 testbed named Barman. In the first part of the paper, the testbed Barman is described. Next part of the paper is focused to description of smart warehouse process island mechanical construction. The aim of this work is to implement smart warehouse and subsequent attachment to Barman testbed.

Keywords: Industry 4.0, Smart warehouse, Testbed, 3D modelling, PLC

1 ÚVOD

Práce se zabývá problematikou týkající se Průmyslu 4.0 a je součástí testbedu Průmyslu 4.0 s názvem Barman. Cílem práce je vytvořit samostatnou procesní buňku inteligentního skladu alkoholu, jenž bude součástí zmíněného projektu.

Testbed Barman si klade za cíl ukázku vize a principů Průmyslu 4.0, mezi které patří například vzájemná komunikace mezi roboty, výrobním zařízením a výrobky, flexibilní výrobní procesy, automatická optimalizace zařízení v závislosti na zpracovávaném produktu, využití rozšířené reality atd.[1] Barman představuje malý model výrobní linky tvořený manipulátorem v podobě SCARA robotu a procesními buňkami, které zpracovávají jednotlivé fáze receptury nápoje. Testbed obsahuje:

- robotický manipulátor,
- zásobník sklenic s vlastním manipulátorem,
- sklad alkoholických nápojů s vlastním manipulátorem,
- sklad nealkoholických nápojů,
- drtič ledu,
- nápojový mixér,
- výrobek sody,
- dopravník pro distribuci hotového produktu.[2]

Výrobní linka je postavena na hliníkové konstrukci nosného stolu s pracovní plochou, tvořenou laminovanou deskou, o rozměrech 200 x 100 cm. Uprostřed pracovní plochy je umístěn robot SCARA a dopravník pro distribuci nápojů. Na zbylé ploše jsou vymezeny čtyři sloty pro upnutí procesních buněk se sjednocenými rozměry podstavy 33 x 33 cm. Buňky nemají pevně přiřazený slot, čím se zvyšuje variabilita a modularita celé sestavy. Sklad alkoholických nápojů je z konstrukčních důvodů přisazen k zadní straně stolu.

Informace potřebné ke kompletnímu zpracování produktu, tedy výsledné podobně nápoje ve sklenici, mají být předávány pomocí NFC čipu umístěného na spodní straně sklenice. Při zavedení

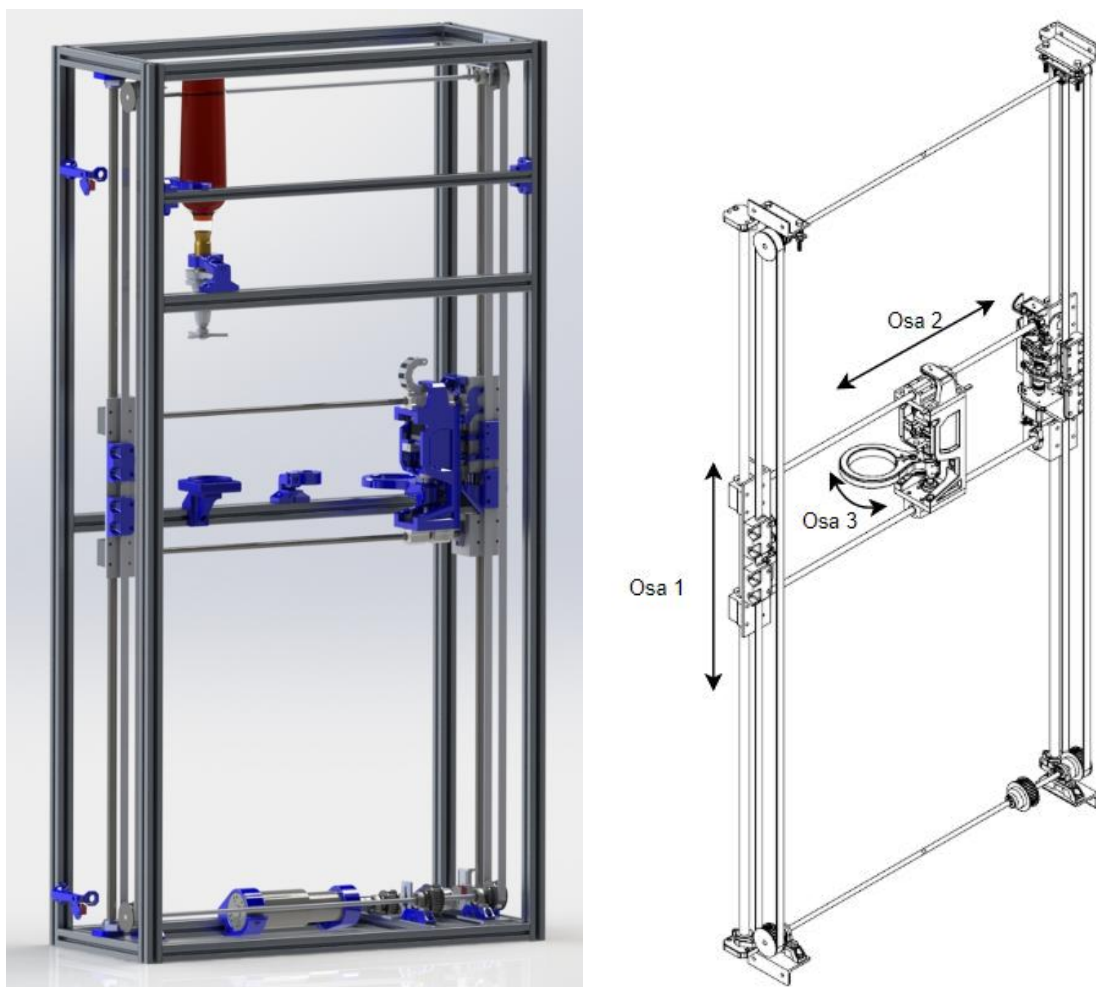
sklenice do procesu výroby nápoje se do čipu nahraje požadovaná receptura, kterou mají následně k dispozici všechny procesní buňky, jimž je sklenice poskytnuta.[3]

2 REALIZACE BUŇKY

Účelem samotného inteligentního skladu je uchovávat nádoby (lahve) s alkoholem a přímo zprostředkovávat plnění sklenic daným druhem alkoholu. Informace o požadavku na obsah sklenice mají být poskytovány pomocí NFC čipu, jehož nositelem je samotná předávaná sklenice. K příjmu a výdeji sklenic je určen speciální stůl obsahující NFC čtečku.

2.1 KONSTRUKCE

Vnější konstrukci buňky tvoří konstrukční hliníkové profily stavebnicového systému poskytující variabilitu, snadnou kompletaci a pevnost konstrukce. Zvolené profily mají čtvercový průřez s délkou strany 3 cm. S celkovými rozměry konstrukce 76 x 160 x 33 cm je buňka skladu alkoholu největší procesní buňkou testbedu Barman a to především z důvodu požadavku na uskladnění dostatečně velkého množství a druhů alkoholu. Vnitřní konstrukce je tvořena z velké části díly tisknutými pomocí 3D tiskáren. Z důvodu použití 3D tisku pro konstrukci buňky bylo potřeba při modelování jednotlivých dílů uvažovat technologická omezení 3D tisku a tvar dílů přizpůsobit možностям tisku. Většina dílů tisknutých na 3D tiskárnách je z materiálu PLA. Díly, u kterých je potřeba větší mechanická a teplotní odolnost, jsou z materiálu CPE.



Obrázek 1: Model buňky inteligentního skladu (vlevo), diagram kinematiky (vpravo)

2.2 MANIPULÁTOR

K pohybu manipulátoru se sklenicemi jsou využita dvě lineární vedení, která poskytují možnost pohybu ve vertikálním a horizontálním směru. Pomocí těchto vedení se pohybuje manipulační vozík s úchopem pro sklenice v prostoru buňky. Na obrázku 1 (vpravo) se jedná o osy 1 a 2. Zmíněný úchop pro sklenice vykonává rotační pohyb v jedné ose (osa 3). Pohyb ve vertikálním směru zajišťuje stejnosměrný motor BCI 6355 s planetovou převodovkou řízený pomocí pulzně šířkové modulace. Horizontální a rotační pohyb zajišťují dva krokové motory NEMA17. Pro lineární vedení je přenos pohybu z hřídelí motorů zprostředkován dvěma ozubenými řemeny. Z důvodu snížení zátěže stejnosměrného motoru jsou na vertikálních řemenech umístěna protizávaží.

Pro efektivní využití prostoru buňky byla sestava, zprostředkovávající pohyb celého manipulátoru, umístěna do středu buňky. Manipulátorem lze v takovém případě realizovat pohyb mezi dvěma prostory, do kterých lze upínat lahve s tekutinou. Celkový pohled na sklad znázorňuje obrázek číslo 1 (vlevo). Model na obrázku obsahuje pouze jednu láhev z důvodu větší přehlednosti konstrukce buňky.

Plnění alkoholu do sklenic je řešeno pomocí dávkovačů alkoholu, které jsou připevněny na každé láhvi. Stlačením páky dávkovače o objemu 2 cl je obsah dávkovače vypuštěn do sklenice. Uvolněním páky je dávkovač opětovně naplněn tekutinou z lahve. Po naplnění sklenice požadovaným množstvím ingrediencí je sklenice opětovně dopravena manipulátorem na výdejní (příjmové) místo a připravena k odběru.

2.3 ŘÍDICÍ VYBAVENÍ A SENZORIKA

Buňka inteligentního skladu bude řízena PLC Simatic řady S7-1200 od firmy Siemens. Pro vizualizaci a možnost ovládání je zvolen dotykový panel KPT400 od stejného výrobce. Daná aplikace nevyžaduje přidání dalších rozšiřujících modulů Siemens. Řízení stejnosměrného motoru pomocí pulzně šířkové modulace je řešeno jedním SSR relé. K řízení krokových motorů NEMA17 jsou použity drivery pro krokové motory s procesory TB6600.

Hlavní zastoupení v použitých snímačích mají snímače firmy Ifm:

- rotační enkodéry RB3500 – určení vertikální a horizontální polohy pojezdu,
- kapacitní snímače KQ5100 – kontrola hladiny kapaliny v lahvích.

Připojení snímačů je řešeno pomocí rozhraní IO-Link do modulu IO-Link master AL1900, který pomocí komunikačního rozhraní Ethernet komunikuje s PLC.

Detekce koncových poloh je realizována optickými závorami TCST2103 a limitními indukčními snímači LJ12A3. Pro detekci havarijních poloh jsou použity mechanické mikropsínače.

3 ZÁVĚR

V současné době je buňka skladu alkoholu mechanicky zkonstruována, vybavena snímači, akčními a řídicí logikou. Mezi následující kroky k dokončení práce patří oživení elektrického vybavení buňky, návrh a realizace a testování programového vybavení inteligentního skladu. V konečné fázi bude procesní buňka schopna jak samostatného provozu, tak i především provozu při připojení do systému testbedu Barman. Práce svým obsahem demonstruje návrh a realizaci stroje, jenž je součástí automatizované linky, a tím představuje i potřebný obsah prací při nasazování nových strojů v reálných provozech.

REFERENCE

- [1] MAŘÍK, V. *Národní Iniciativa Průmysl 4.0*. [online]. In: . Praha, 2016 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <http://kzps.cz/wp-content/uploads/2016/02/kzps-cr.pdf>

- [2] Barman: Factory 4.0 testbed at Brno University of Technology [online]. Brno: VUT, 2018 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <http://factory4.eu/>
- [3] KACZMARCZYK, Václav, Zdeněk BAŠTÁN, Ondřej BAŠTÁN a Jakub ARM. An Industry 4.0 Testbed (Self-Acting Barman): Principles and Design. IFAC-PapersOnLine (ELSEVIER) [online]. 2018, (51), 263 - 270 [cit. 2019-01-04]. ISSN 2405-8963. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318309108>